



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

MÓDULO DE CAÍDA LIBRE

Ricardo Rafael Loja Otavalo, Amy Domenica Erraez Coronel,

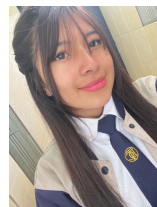
Paulina Michelle Robalino Quezada



Ricardo Rafael Loja Otavalo, tengo 17 años y curso el tercer año de Bachillerato General Unificado (BGU) en la Unidad Educativa Daniel Córdova Toral. Me apasionan los deportes, los videojuegos y la electrónica. En el futuro, deseo estudiar Ingeniería en Telecomunicaciones en la universidad, ya que me interesa comprender cómo funcionan las redes de comunicación y contribuir al desarrollo tecnológico del país.



Paulina Michelle Robalino Quezada, tengo 17 años y curso el tercer año de Bachillerato General Unificado (BGU) en la Unidad Educativa Daniel Córdova Toral. Me gusta practicar danza, hacer deporte y dedicarme a la repostería. En el futuro, deseo estudiar Ingeniería Electrónica en la universidad.



Amy Domenica Erraez Coronel, tengo 17 años y curso el tercer año de Bachillerato General Unificado (BGU) en la Unidad Educativa Daniel Córdova Toral. Me apasiona bailar, cantar y realizar manualidades. En el futuro deseo estudiar Medicina Veterinaria en la universidad.

Resumen

El presente proyecto consiste en la implementación de un módulo de caída libre [1] destinado a la enseñanza de la física. Su objetivo principal es facilitar la comprensión de conceptos fundamentales mediante una experiencia práctica, visual e interactiva. El uso de la

tecnología como recurso pedagógico busca despertar el interés por la ciencia a través de la experimentación directa. Para el desarrollo del módulo se utilizaron diversos componentes electrónicos y materiales, entre ellos: una placa Arduino UNO [2,3], sensores mecánicos

tipo fin de carrera [4] y una pantalla LCD [5]. Estos dispositivos permiten la captura de datos del experimento en tiempo real. Además, se incorporaron resistencias de 220Ω , diodos LED amarillos, madera de 12 mm, vidrio esmerilado y tiras de PVC, que conformaron la estructura y la parte estética del sistema. Durante la etapa de construcción se llevaron a cabo múltiples pruebas de conexión, simulaciones y ajustes técnicos. A pesar de las dificultades iniciales, se superaron los desafíos y se logró poner en funcionamiento el sistema. El mecanismo consiste en dejar caer una esfera de hierro desde una altura fija que atraviesa dos sensores, activando un cronómetro que mide con precisión el tiempo de caída [6]. Con estos datos, el sistema calcula automáticamente la altura, el tiempo y la velocidad final, mostrando los resultados en la pantalla LCD [5]. En conclusión, la aplicación de modelos tecnológicos en el aula contribuye a mejorar el aprendizaje de los estudiantes, ya que favorece su atención, comprensión y motivación, generando un proceso educativo más eficiente y didáctico.

Palabras clave: caída libre, física, tecnología educativa, sensores, Arduino

Explicación del tema

La caída libre es un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado [7] (MRUA) que ocurre cuando un cuerpo se desplaza únicamente bajo la acción de la

gravedad, sin intervención de otras fuerzas externas como la resistencia del aire. En estas condiciones, todos los cuerpos experimentan la misma aceleración, denominada aceleración gravitatoria [7].

$$g \approx 9.8 \text{ m/s}^2 \text{ en la Tierra}$$

Este fenómeno es de gran importancia en la física porque constituye la base para comprender las leyes del movimiento y la gravitación universal [8,9]. Además, el estudio de la caída libre permite explicar fenómenos naturales, validar teorías y aplicar principios físicos en áreas como la ingeniería, la educación científica y la investigación experimental [8,9].

En el ámbito educativo, la caída libre facilita la enseñanza de conceptos fundamentales de la cinemática y la dinámica [9], incentivando el razonamiento lógico y la experimentación práctica en los estudiantes [9].

Para la realización de este proyecto, partimos de una idea principal: construir un módulo de caída libre (Flores, 2020) con múltiples alturas, con fines didácticos y tecnológicos. Este módulo tiene como objetivo facilitar la enseñanza de los principios físicos relacionados con la caída libre, permitiendo a los estudiantes visualizar y medir variables como el tiempo de caída, la velocidad final y la altura, con el apoyo de componentes electrónicos y programación básica [10]. Esta iniciativa buscó no solo reforzar el aprendizaje teórico, sino también fomentar el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la experimentación directa.



Figura 1. Pantallas LED que permiten la captura de datos del experimento
Fuente: Autores

Tomando como referencia las recomendaciones impartidas por las autoridades académicas, se optó por diseñar una estructura con forma de edificio de un metro de altura [11]. Este diseño no solo cumple una función práctica dentro del experimento, sino que también sirve como elemento estético y simbólico, representando un entorno urbano donde ocurren fenómenos físicos de manera cotidiana. Para la construcción del módulo, se emplearon una serie de componentes funcionales, decorativos y estructurales. Entre los principales elementos electrónicos se utilizaron: una pantalla LCD [5] para la visualización de datos, una placa Arduino UNO [2,3] como cerebro del sistema, sensores PIR HC-SR501 para la detección del movimiento, un motor AC biaxial [12] para simular mecanismos automáticos y un módulo L298N, también conocido como puente H, para controlar el motor. En cuanto a los materiales estructurales y decorativos, se utilizaron resistencias de 220Ω , diodos LED amarillos, vidrio esmerilado, tiras de PVC y cuatro tapas de madera de 12 mm de espesor. Las tapas fueron cortadas con dimensiones específicas: dos de 1 metro por 40 cm para las partes frontal y trasera, y otras dos de 1 metro por 20 cm para los laterales. Estos elementos fueron diseñados y ensamblados cuidadosamente para formar un edificio sólido, funcional y visualmente atractivo.

Una vez recolectados todos los materiales, se procedió a realizar cortes en las láminas de madera para la colocación de los vidrios, los cuales, junto con las tiras de PVC, simulaban ventanas. Además, se aplicó un diseño con bloques visuales para mejorar la estética del edificio. Para hacerlo aún más realista, se instalaron cables soldados a diodos LED, acompañados por sus respectivas resistencias de 220Ω , para evitar su deterioro al ser energizados. Posteriormente, se unieron las piezas laterales y se cerró la estructura con la tapa frontal. En la parte superior, se colocó una pequeña tira de madera recubierta con choba, simulando el techo del edificio. Esta etapa fue esencial para dejar lista la estructura y permitir una instalación organizada de los componentes electrónicos internos.

Una vez finalizada la estructura física, se procedió a la programación del sistema, utilizando el lenguaje Basic [13] en la aplicación de Arduino. Se consideraron todas las variables, componentes y funciones involu-

cradas. Sin embargo, se cometió un error importante: no se realizaron simulaciones previas del programa ni del circuito completo. Este descuido generó diversos inconvenientes, como la falla en la detección de algunos sensores, la falta de respuesta de los botones de activación del motor, problemas en el suministro de voltaje e, incluso, la quema de uno de los sensores debido a una conexión inadecuada.

Para enfrentar estas dificultades, decidimos dividir el proceso de solución en diferentes etapas:

1. Primera etapa: Se realizaron pruebas individuales de todos los componentes, con el objetivo de verificar su funcionamiento básico y asegurar que estuvieran correctamente conectados. Esta revisión permitió identificar elementos defectuosos o mal configurados desde el inicio.
2. Segunda etapa: Al notar fallas en los sensores PIR, se realizaron varias investigaciones y pruebas [14, 15] para calibrarlos correctamente. Finalmente, se logró que funcionaran, aunque su desempeño no fue completamente confiable para los fines del proyecto.
3. Tercera etapa: Se hicieron pruebas con el motor y el puente H, logrando que funcionaran al utilizar un cargador externo adicional. Sin embargo, esto introdujo ruido electrónico en el sistema, lo que generó señales erróneas, especialmente en la pantalla LCD [5], afectando gravemente la estabilidad del módulo.
4. Cuarta etapa: Se identificó un problema con el voltaje insuficiente que se suministraba a los componentes. Como solución, se adaptó una fuente de alimentación de computadora [16], que logró entregar el voltaje necesario sin caídas de tensión, estabilizando temporalmente el sistema.

A pesar de estas soluciones, surgieron nuevos desafíos. Uno de los principales fue la incompatibilidad de los sensores PIR con este tipo de experimentos, debido a su funcionamiento por detección térmica, que no es el más adecuado para medir el paso de un objeto en caída libre. Por ello, se decidió reemplazarlos por sensores infrarrojos KY-005, lo que implicó también rediseñar la estructura del edificio para que los nuevos

sensores pudieran colocarse correctamente, así como reprogramar completamente el sistema para adaptarlo a sus características.

Sin embargo, tras el cambio de sensores, el sistema aún no funcionaba correctamente. Se detectó un exceso de ruido electrónico, generado por la fuente de computadora y el motor, lo que seguía afectando el funcionamiento general. En consecuencia, se tomó la decisión de eliminar el motor del diseño, así como sustituir la fuente de poder por dos cargadores: uno de 12V para alimentar el Arduino, la pantalla LCD [5] y los sensores, y otro de 5V para energizar los LEDs de la maqueta. Esta decisión permitió reducir considerablemente el ruido y estabilizar la alimentación.

A pesar de estas mejoras, el sistema seguía presentando fallos. Con ayuda del licenciado Max Zambrano, se revisó completamente el código de programación y se realizó una simulación en Proteus para identificar el error. Se exploraron varias opciones, como cambiar los pines de conexión, incluso probar otro Arduino, pero los errores persistían.

Finalmente, se llegó a la conclusión de que el problema seguía siendo generado por los sensores infrarrojos, los cuales requieren condiciones específicas para funcionar correctamente: oscuridad total y alineación perfecta entre el emisor y el receptor. Al no poder garantizar estas condiciones dentro de la estructura

del proyecto, se decidió realizar un nuevo cambio de sensores.

En esta ocasión, se optó por sensores mecánicos tipo fin de carrera [4], similares a pulsadores. Estos sensores ofrecían mayor estabilidad y facilidad de implementación. Se realizó una nueva investigación sobre su funcionamiento, identificando que contaban con tres terminales: uno de alimentación negativa, uno normalmente abierto (NO) y otro normalmente cerrado (NC). Se soldaron los terminales adecuados y se ajustó la programación para adaptarse a este nuevo componente.

Durante las primeras pruebas, se detectaron rebotes eléctricos que generaban falsos contactos. Para solucionar esto, se soldó un capacitor cerámico 104, lo cual redujo significativamente el ruido electrónico. Finalmente, el sistema funcionó correctamente: los sensores detectaban el paso de la esfera de hierro, activaban el cronómetro y los datos se visualizaban en la pantalla LCD [5] sin errores.

Como etapa final, se realizaron ajustes estéticos y de presentación. Se colocó la tapa trasera con un sistema que permite abrirla y cerrarla fácilmente. Se corrigieron imperfecciones en la pintura, se acomodaron los cables de forma más ordenada y se limpiaron los vidrios y tiras de PVC para darle un acabado limpio y profesional a la maqueta.



Figura 2. Proceso de construcción del módulo

Fuente: Autores

Gracias a este proceso se logró conseguir los resultados que se evidencian en la figura 3, en donde se ve el sistema ya funcionando.



Figura 3. Proyecto terminado
Fuente: Autores

Conclusiones

El presente proyecto permite concluir que la incorporación de tecnologías en el proceso educativo hace posible enseñar la física de manera innovadora, logrando que las clases sean más interactivas, dinámicas y atractivas. Esta metodología contribuye a fortalecer el aprendizaje en áreas técnicas, fomentando en los estudiantes la creatividad, la experimentación y el desarrollo de proyectos prácticos que enriquecen su formación académica y profesional.

Asimismo, la propuesta constituye un aporte relevante al área de Física, particularmente en la ilustración de conceptos de cinemática, facilitando la comprensión de fenómenos como la caída libre mediante representaciones visuales y experimentales. Al analizar los resultados, se observa una ligera variación entre los datos obtenidos manualmente y aquellos calculados mediante computadora, lo que evidencia que los cálculos computacionales pueden presentar pequeñas desviaciones y no ser totalmente exactos; sin embargo, los resultados obtenidos mantienen una alta congruencia y representan de manera confiable el comportamiento del fenómeno estudiado.

Agradecimientos

Ricardo Loja: Mi agradecimiento se dirige especialmente al licenciado Max Zambrano, quien estuvo siempre pendiente de nuestros avances durante el desarrollo del proyecto, brindándonos su apoyo y aclarando cada una de nuestras dudas. Asimismo, expreso mi gratitud a mi familia, cuyo respaldo, ayuda y motivación fueron

fundamentales para lograr la culminación exitosa de este trabajo.

Amy Erraez: Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al licenciado Max Zambrano por su guía y apoyo incondicional durante todo el proyecto, su experiencia y conocimientos fueron fundamentales para lograr nuestro éxito. También agradezco a mi familia por su apoyo emocional y financiero, y por último agradezco a mis compañeros de trabajo por el compromiso que tuvieron con el proyecto.

Paulina Robalino: Principalmente, agradezco a mis padres por todo el apoyo que me brindaron durante este proceso. También expreso mi gratitud al licenciado Max Zambrano, ya que gracias a su guía y acompañamiento logramos concluir este proyecto de manera exitosa, adquiriendo valiosos aprendizajes sobre temas que hasta entonces nos eran desconocidos. Finalmente, agradezco a mi grupo de trabajo, porque a pesar de los altibajos que enfrentamos, supimos mantenernos unidos y no rendirnos, alcanzando juntos nuestros objetivos.

Referencia

- [1] D. J. Lorduy Flórez, C. P. Naranjo Zuluaga, D. J. Lorduy Flórez, and C. P. Naranjo Zuluaga, "Tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la educación en ciencias," vol. 11, no. 27, publisher: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). [Online]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2216-01592020000300203&lng=en&nrm=iso&tlng=es

-
- [2] ArduinoDocs. Arduino integrated development environment (IDE) v1 | arduino documentation. [Online]. Available: <http://bit.ly/4oAPnCx>
- [3] Y. Fernández. Qué es arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno. Section: basics. [Online]. Available: <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>
- [4] G. Smith. ¿qué es un sensor y qué hace? [Online]. Available: <https://dewesoft.com/blog/que-es-un-sensor>
- [5] Phidgets. LCD character display guide. [Online]. Available: <http://bit.ly/4oCiCEZ>
- [6] A. Raeburn. Exactitud vs. precisión: ¿cuál es la diferencia? [2025]. [Online]. Available: <http://bit.ly/3WQvKKH>
- [7] D. C. Giancoli, *Física*, 6th ed. Pearson Educación, OCLC: 893583011.
- [8] P. A. Tipler and G. Mosca, *Física para la ciencia y la tecnología. I*. Reverte, google-Books-ID: 9MFLer5mAtMC.
- [9] *Física universitaria: con física moderna*, Primera edición ed. Pearson, OCLC: 1059572616.
- [10] L. Llamas. Qué son los parámetros de una función. [Online]. Available: <http://bit.ly/3L7qrUE>
- [11] Wikipedia, “Sistema,” page Version ID: 169958634. [Online]. Available: <http://bit.ly/4ouKCKz>
- [12] M.-T. Potteiger. What is the difference between a module and a unit in a hardware system? [Online]. Available: <http://bit.ly/3KX5OL3>
- [13] A. Robledano. Qué es c++ y su importancia en la programación moderna | OpenWebinars. [Online]. Available: <http://bit.ly/3Lpnf6R>
- [14] A. A. Team. Su guía completa sobre el procesamiento de datos. Running Time: 58 Section: Knowledge Center. [Online]. Available: <https://www.astera.com/es/knowledge-center/what-is-data-processing-definition-and-stages/>
- [15] PowerData. Integración de datos: Concepto e importancia en la empresa actual. [Online]. Available: <http://bit.ly/42PufjC>
- [16] Wikipedia, “Fuente de alimentación,” page Version ID: 169801592. [Online]. Available: <http://bit.ly/4792K7e>